

令和5年発生がけ崩れによる斜面对策施設被災の調査事例

国土防災技術（株）　○長谷川陽一，遊佐直樹，小嶋孝徳
国土交通省国土技術政策総合研究所　瀧口茂隆
国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所　小竹利明，山崎卓也，前田竜治，和泉美智子

1 はじめに

わが国では毎年500～1000件程度のがけ崩れ災害が発生しており¹⁾，斜面对策施設を施工した箇所においても施設が被災し，保全対象に被害が及ぶケースも生じている。がけ崩れは地形，地質，植生，降雨のパターン等の要因が複雑に絡み合っ

て発生するが，一つ一つの発生事例を整理・分析することで得られる知見を今後の斜面防災に活かすことは極めて重要である。

本研究の目的は二つあり，一つは斜面对策施設の被災事例を蓄積して要因を分析することにより，施設設計法の改善点や設計上の留意点を検討することである。もう一つは崩壊事例を蓄積して発生要因を分析することにより，周辺斜面を含めた斜面对策施設の維持管理における留意点を検討することである。本稿では令和5年に発生したがけ崩れ災害のうち，待受け擁壁工に設置された落石防護柵工が被災した事例について報告する。

2 がけ崩れ災害の概略調査

2.1 調査項目および内容

本調査で実施した項目および内容を表-1に示す。

各要因を分析するにあたり，崩壊地周辺の状況把握のため現地踏査を行っている。状況概査では湧水・地表水の痕跡，斜面上部の土地利用形態，生育植生の種の同定と特徴整理を実施している。その他の調査項目の説明については既往報告を参照されたい²⁾。

2.2 調査結果

調査地のオルソ画像と微地形図を図-1に，調査結果を表-2に示す。

本地区は花崗閃緑岩を基岩とし，表層には風化してマサ化した土層が3m以上確認される。本災害と同時期に発生したと見られる小崩壊が東側の隣接斜面および上部斜面に見られる。隣接斜面の小崩壊が発生した箇所は段々畑として整理された人工斜面の法肩部分で，表層を構成するマサ土の安定勾配よりも急勾配に切土/盛土されていることから，崩れやすかったと推測される。

3 考察

3.1 施設被災要因の分析

本地区は，がけ崩れにより落石防護柵工の支柱に変形が生じて崩壊土砂の一部が流出し，家屋を倒壊させた（図-2）。待受け擁壁工には変位が発生しておらず，落石防護柵工のワイヤーも破断はしていない。落石防護柵工について，本災害の崩壊土砂堆積時における部材の照査（堆積土圧に対する照査）を実施したところ，支柱の鋼材，ワイヤーロープ，支柱の付け根部のいずれにおいても破壊しないという計算結果となった。よって落石防護柵工の支柱の変形は，崩壊土砂のいわゆる移動の力により生じたと考えられる。本来，崩壊土砂の移動の力は待受け擁壁工に作用するはずであるが，何らかの要因で落石防護柵工に直接作用した可能性がある。

ここで，倒壊した家屋の状況について地域住民に話を聞くと，住民が一度大きな音が鳴ったことに驚いて家屋から退避しようとしたところ，再度大きな音が鳴って家屋が倒壊した，とのことであった。なお，倒壊時に住民はトイレに入っており，負傷を免れている。

表-1 調査項目および内容

調査項目	調査内容
崩壊規模等計測調査	UAV写真測量，UAV-LP測量，崩壊規模計測
施設被災状況調査	施設変形量計測，施設形状計測
状況概査（現地踏査）	水文環境（土地利用形態など），植生状況
簡易貫入試験	SH型貫入試験（滑落崖上，擁壁基礎地盤位置など）
土質試験	物理試験，三軸圧縮試験，AMI算出
降雨量調査	アメダス雨量，解析雨量，土壌雨量指数
文献等調査	地形図，地質図，空中写真，設計時図面

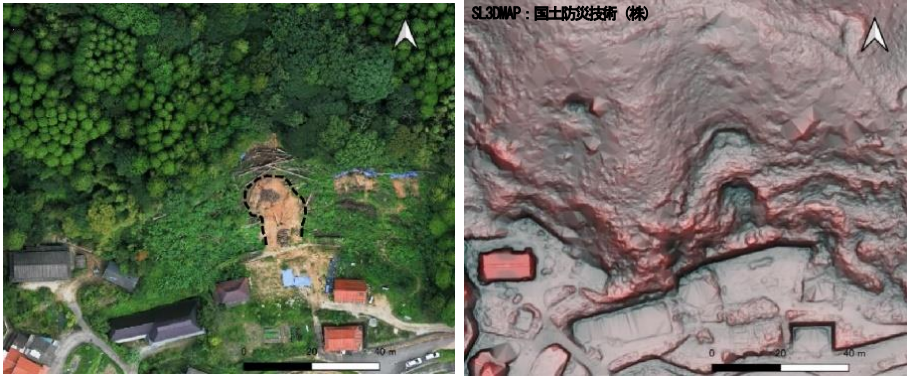


図-1 調査地概要（左：オルソ画像，右：LP 成果による微地形図）

表-2 調査結果一覧表

九州地方A地区：令和5年7月発災	
発生時降雨	日雨量247mm（2010年以降で2位） 最大1時間雨量72mm（2010年以降で2位） 最大3時間雨量132.5mm（2010年以降で1位） 最大6時間雨量225.5mm（2010年以降で1位）
崩壊規模	崩壊高：約12m　崩壊幅：約12m 最大崩壊深：約4.5m
施設被災状況	落石防護柵工破損（土砂が施設から溢れた） 待受け擁壁工に変位なし
その他状況	谷地形斜面末端部，集水面積2500m ² 2度目の大きな音（崩壊？）で家屋倒壊
水文	滑落崖にパイピングホール 崩壊地内にガリー侵食
地質（上位から）	表層土→崩積土（マサ土）→花崗閃緑岩
崩壊面深さ位置	Ⅱ層下面（崩積土層内または層下面）
Ⅰ層下面深度	斜面頭部：2.3m，斜面下部：0.4m
Ⅱ層下面深度	斜面頭部：2.5m，斜面下部：0.5m
AMI	0.9（Ⅱ層崩積土試料）
土地利用状況	崩壊斜面：スギ植林地で崩壊時は伐採 崩壊地後背部：スギ植林地，放棄された墓地
植生状況	スギ伐採箇所にケヤキ高木の伐採株もあり 崩壊後背部斜面はスギ植林地とアカガシ等の自然林

また、UAV-LP 成果から作成した平面図（図-3）および断面図（図-4）を確認すると、階段状地形の1段目部分の浅い崩壊と、階段状地形の2段目部分の深い崩壊の二つの崩壊が観察できる。崩壊順序として、最初に階段状地形の1段目が浅く崩壊し（図-4の青斜線部分）、それにより不安定化した階段状地形の2段目が深く崩壊した（図-4の赤斜線部分）可能性が考えられる。

以上より、本地区では崩壊が一度だけでなく二度発生し、待受け擁壁工の空きポケットが1回目の崩壊土砂で埋まった状態のところに2回目の崩壊が発生し、崩壊土砂が落石防護柵に直接衝突した可能性が指摘できる。



図-2 落石防護柵の変形状況

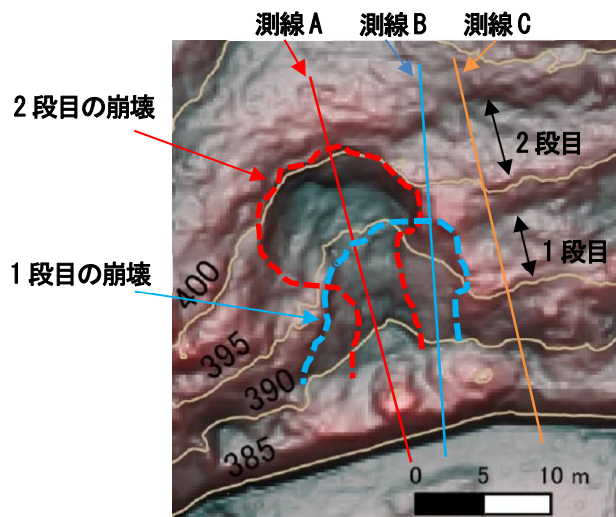


図-3 二つの崩壊（拡大微地形図）

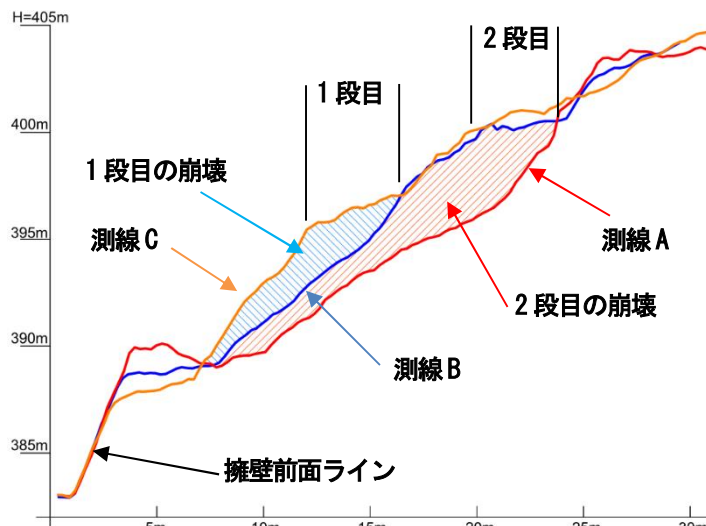


図-4 崩壊後の地表地形（UAV-LP 成果より）

3.2 崩壊発生要因の分析

前掲表-2 に示した本災害発生時の降雨量は、当地区から南東に約4kmのアメダス観測所の観測開始2010年以降で、各指標いずれも歴代1～2位の量であった。日雨量および最大1時間雨量で歴代1位となる2018年の豪雨時とスネークライン（当地区の解析雨量による）を比較した図を図-5に示す。2023年のスネークラインのほうがCLをより大きく越えており、既往最大クラスの豪雨で本災害が発生したといえる。

本崩壊地は明瞭な谷地形斜面の下部に位置しており、集水面積は約2,500m²である。崩壊地の左側壁には原位置で風化しているとみられるやや固結したマサ土がみられるが、崩壊地の滑落崖を構成するマサ土はほぐされて軟質であり、斜面上部からの崩積土とみられる。本調査時の9月では湧水等は確認されなかったが、滑落崖には直径10cm程度のパイピングホールが確認され（図-6）、また崩壊面のマサ土にはガリー侵食が発達していることから、災害発生時には相当量の地下水および表流水が存在したと考えられる。

4 おわりに

令和5年に発生したがけ崩れによる施設被災事例について、概略調査を実施して施設被災の要因と崩壊発生の要因を分析した。その結果、崩壊が2回発生したことによって落石防護柵工が被災した可能性と、既往最大クラスの豪雨により地下水および表流水が集中した箇所での崩壊が発生した可能性が示唆された。今後は、過去に調査した事例^{2,3}と併せ、設計上の留意点や維持管理における留意点などを整理したい。

【参考文献】1）一般社団法人全国治水砂防協会：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例―急傾斜地崩壊防止工事技術指針―，pp.3, 2018. 2）長谷川陽一・小嶋孝徳・中谷洋明・遊佐直樹：被災した急傾斜地崩壊対策施設の調査―急傾斜地斜面管理の課題検討―，第11回土砂災害に関するシンポジウム論文集，pp.19-24, 2022. 3）長谷川陽一・遊佐直樹・小嶋孝徳・中谷洋明：R4 がけ崩れ災害の崩壊要因分析事例―樹木伐採と水処理―，令和5年度砂防学会研究発表会概要集，pp.171-172, 2023.

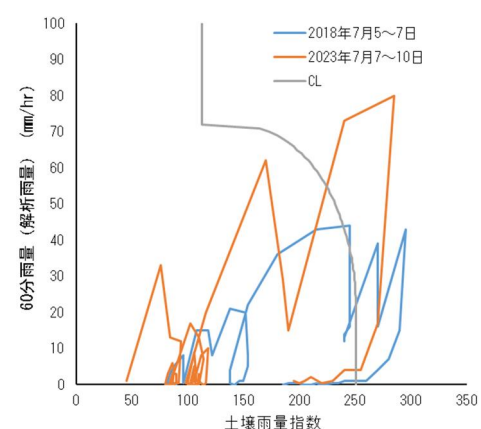


図-5 スネークラインの比較



図-6 崩壊地内のパイピングホール